

強度調控放射治療 (IMRT) 影像分析系統之建立

Building An Image Analysis System for Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT)

<p>王曉慧 Wang Shiao Hui 嘉南藥理科技大學 醫療資訊管理研究 所 三軍總醫院 放射腫瘤部 mock9rto@yaho o.com.tw</p>	<p>劉育寰 Liu Yuh Hwan 嘉南藥理科技大學 資訊管理系 qliuyh@gmail.c om</p>	<p>徐宏修 Hsu Hung Hsiu 嘉南藥理科技大學 醫療資訊管理研究 所 hhhsu127@mail .chna.edu.tw</p>	<p>任益民 Jen Yee Min 三軍總醫院 放射 腫瘤部 yeeminjen@yah oo.com</p>
---	---	--	---

摘要

近年來癌症已經連續十年蟬聯國人十大死亡原因的榜首，相關的癌症治療方式包括了傳統的手術切除、化學治療、放射線治療、以及一些尚處於臨床試驗中的藥物治療...等等。放射線治療的發展於近幾十年來有著相當大幅度的改良與進步，而現階段的強度調控放射治療(intensity modulated radiation therapy, IMRT)則是由電腦治療計畫系統來動態控制多葉片準直儀(multileaf collimator, MLC)，以調控放射線射束的強度分布，進而使輻射照野符合實際需求。本研究則嘗試以影像處理的技術來分析電子式影像擷取系統(electronic portal imaging device, EPID)與電腦治療計畫系統所取的影像，以驗證強度調控放射治療的計畫分不是否與計畫一致。

關鍵字：強度調控放射治療、多葉型準直儀、電子式影像擷取系統、影像分析。

Abstract

In recent decade, cancer is the first rank of top ten leading cause of death in Taiwan. There are many kinds of treatment methods for cancer, such as surgery, chemotherapy, radiation therapy, and other drug therapy in clinical practical. Radiation therapy has greatly improved in recent decade. The new intensity modulated radiation therapy (IMRT) is driven by computer that dynamically controls the multileaf collimator (MLC) to adjust the intensity of the radiation beams, so that the radiation field can meet the real requirement. In our

research, image processing techniques are used to analyze the images of Electronic portal imaging device (EPID) and IMRT for verifying the dose fluence.

Keywords: IMRT, MLC, EPID, image analysis

1、前言

利用放射線在臨床癌症病患的腫瘤治療上以行之有年，通常病患都是藉由轉介、轉診或住院會診的方式來到放射腫瘤科部門診，放射腫瘤科醫師藉由病患的各項生理、病理檢查報告確定病患腫瘤的型態及發生位置來決定放射治療的方式。當病患決定接受放射治療時，會先給予病患執行治療輔助模具的製作；由於放射治療的流程每週治療五次，大約需要 2~3 個月的時間，所以治療輔助模具的製作可以協助病患在療程期間治療準確度的維持。當輔助模具製作完成後，病患要輔以輔助模具執行電腦斷層模擬定位攝影，讓病患在使用輔助治療模具的狀態下取得病患患部之斷面影像，再將影像傳送到電腦治療計畫系統製作病患專屬的治療計畫，由計畫中定義出病患治療的中心點，在將中心點的位置標示在使用輔助模具配合治療的病患身上，作為日後每日常規治療的治療中心點，並將電腦治療計畫系統中所製作的治療計畫傳輸到執行該病患放射線治療的直線加速器，工作日後治療使用。

在病患前來治療時，於臨床上會先執行治療前的驗證工作，此部分可以分為兩個步驟：一、病患治療位置的確認：確認病患治療位置與周圍相關組織之相

對位置是否一致；二、治療參數的確認：包括治療角度的確認、治療角度的強度分佈確認等，此步驟的驗證方式繁瑣，且目前臨床上上無相關類似的影像分析系統，影像的分析與比對大都藉由人工的方式或是利用傳統 X 光片拍攝後掃描(scan)的方式比對；故本研究之目的即為欲利用數位化影像建立一影像分析系統來簡化治療參數確認的流程。下圖以圖表流程圖顯示放射腫瘤科部病患臨床上流程示意圖。

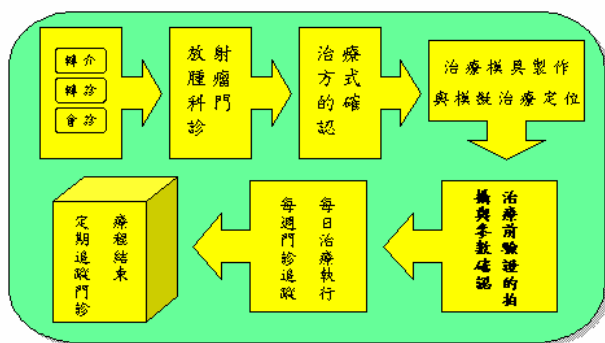


Figure1 腫瘤科部病患流程示意圖。

2、材料與方法

2.1 材料：

2.1.1 取像設備：

本研究利用北部某醫學中心放射腫瘤部知可產生 6MV 與 15MV 能量的直線加速器(Elekta Precise Linac, Elekta, Crawley, UK)作為影像的來源，配備有多葉片準直儀(multileaf collimator, MLC)來執行治療時 segment 的轉換，以及搭配非結晶的矽平行板矩陣偵測器(amorphous silicon flat-panel array detector) (Elekta iView-GT , Elekta, Crawley, UK)作為影像擷取裝置(電子式影像擷取系統 electronic portal imaging device, 簡稱 EPID)，EPID 所節取道的影像為臨床實際作業的影像，在本研究中作為實驗組的影像，如 Figure2。而本研究中的對照組影像來源為本部門所使用的放射治療計畫系統(Plato RT system 2.6.3)，提供每位病患治療計畫規劃中的理想劑量分佈圖。

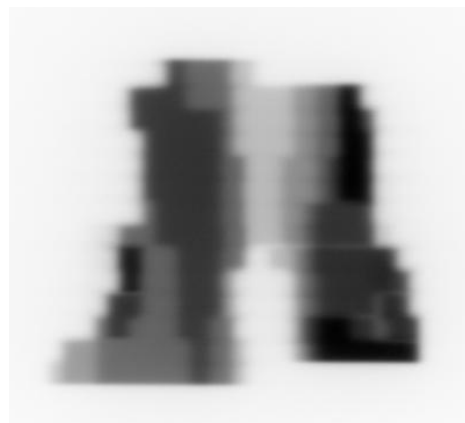


Figure 2 EPID 所取得的得某一個角度的平面強度分佈圖。

實驗組影像為 Elekta iView-GT system 影像開發公司(Accusoft 公司)的軟體所建立的。而對照組影像是由電腦治療計畫系統直接取得的 jpg 格式的影像(簡稱為 map 影像，如 Figure3)；由於兩組影像格式不同，且影像大小也不同，所以本研究中採用 Matlab 7.0 應用軟體來處理後續的影像分析。



Figure3 電腦治療計畫系統所產生的平面強度分佈圖。

2.1.2 影像來源

收集以 IMRT 方法治療的頭頸部病患，利用直線加速器執行病患的治療計畫，將治療計畫所規劃的劑量等比例的降低，如原本某病患某治療角度有 10 個 segment 的計畫要來執行放射線治療，我們就以 10 個 segment 中最少的輸出單位(monitor unit, 簡稱 MU)的 segment 之 MU 值設為 1，將其他剩餘的 9 個 segment 同除以上述最少 MU 值的 MU，利用等比例縮小後的值來模擬執行病患治療時的射束強度分佈狀況，而得到的影像及為實驗組的 EPID 影像。

另一方面我們由電腦治療計畫系統取得該病患所規劃的治療強度分佈圖(map)影像，作為與實驗組對照

之對照組影像。

2.2 方法

2.2.1 影像讀取與前處理

實驗組的 EPID 影像是藉由放射線打到 iView 的影像接收板後將放射線轉換成電子式的電荷，將這些電荷收集起來再轉換形成影像呈現。但該影像檔是由 Accusoft 公司的軟體所建立，除 Accusoft 公司所開發的軟體及 MATLAB 外，一般的影像處理軟體無法順利讀出。而 MLC 檔可透過電腦治療計畫系統取得，其內容為一般文字檔，扣除檔頭的部分，每個區塊的 MLC 值以 ASCII Code 的格式依序紀錄；其影像大小為 63x123。由於 EPID 及 MLC 影像大小不同，在空間上的相對應位置也不同，因此必須對此兩種影像做對位 (Registration) 的動作。

初步我們將 EPID 影像(實驗組影像)利用 Otus 的演算法來找尋適當的閾值，進而產生影像的邊緣；如 Figure4，先利用” strel”的指令形成一個型態上的結構元素，再以 Otus 所得到的閾值利用 zerocross filter 的計算法求出影像的邊緣。再利用同樣的方法處理 map 影像(對照組影像)的邊緣，如 Figure5，取得邊緣後，我們再分別計算出兩組影像的長與寬比例之差異倍數，將較小的 map 影像之長與寬分別乘上差異倍數，使兩者的影像大小一致後，方可以作為後續動作處理的基礎。

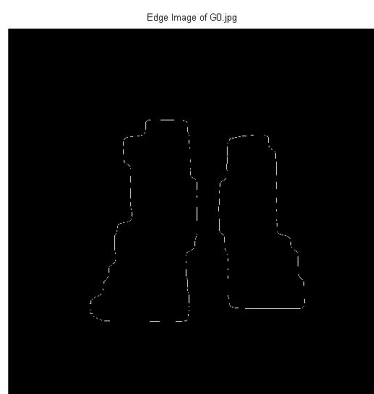


Figure4 使用 Matlab 軟體利用閾值的方式所取得的 EPID 邊緣影像。

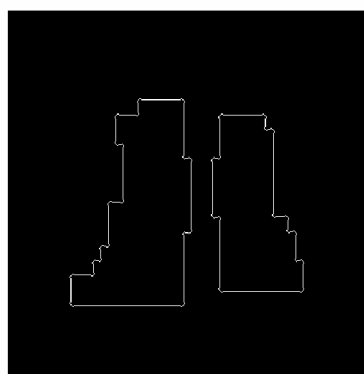


Figure5 使用 Matlab 軟體利用閾值的方式所取得的 map 邊緣影像。(放大顯示)

2.2.2 平面強度分佈圖的驗證

我們接著利用 2.2.2 節所得到的兩組大小相同的影像，在理論上兩組影像應該是要相同的。在本研究中，利用兩組影像的中心點相互交疊在一起，利用影像相減，求出兩組影像的差異處，並顯示出差異處的分佈，另外並以絕對值的方式計算出這些差異在物體影像的比例，以確定影像的正確度。研究中此目的是為了在病患開始治療前拍攝強度分佈的 EPID 影像與電腦治療計畫系統的 map 影像做完是先的比對工作，以確認由電腦治療計畫系統傳輸到直線加速器上變換治療參數是否一致；若有發現兩者影像不一致者，則可以馬上查詢是何者傳輸有問題，以避免病患治療時可能會產生的誤差。

3、結果

3.1 影像放大比

表 1. 實驗組影像與對照組影像長、寬放大比例統計表

angle	epid 長	mlc 長	差異倍數	epid 寬	mlc 寬	差異倍數
G0	565	235	2.40	600	260	2.31
G45	565	235	2.40	670	280	2.39
G90	565	235	2.40	600	255	2.35
G150	605	245	2.47	650	280	2.32
G210	605	250	2.42	670	280	2.39
G270	605	245	2.47	670	280	2.39
G310	605	245	2.47	660	280	2.36
avg			2.43			2.36

3.2 平面強度分佈圖影像比對

利用本研究的方式所得到的影像經由校對中心點後相減，所得到的即為強度分佈的差異，理想值為零，就

是理想中輸出到病患身上的計量與治療計畫系統中所預期規劃的一致，而希望可以給予病患最佳化的治療品質。然而由於直線加速器構造上的限制，難免在多葉片準直儀的交接處還是會產生一些滲露輻射，所以相減下來的誤差幾乎多為葉片交接處了滲露輻射，此滲露輻射也為行政院原子能委員會所另外明文條列規範，在此不多加累敘。

4、結論

建立一套強度調控放射治療影像分析系統，包含影像格式的解讀、影像對位、影像分析、平面強度分佈圖驗證等部份。本系統除了量化強度調控放射治療的品質評估參數，亦可簡化醫療單位對於直線加速器的一些驗證流程，使強度調控放射治療過程更令患者安心。

參考文獻

- [1] R. Arránsa, M.I. Gallardob, J. Rosellóc, and Sánchez-Doblado, "Computer optimization of class solutions designed on a beam segmentation basis," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 69, pp. 315-321, 2003.
- [2] L. Beaulieu, L.M. Girouard, S. Aubin, L.F. Aubry, L. Brouard, L. Rov-Lacroix, J. Dumont, D. Tremblay, J. Laverdiere, and E. Vianeault, "Performing daily prostate targeting with a standard V-EPID and an automated radio-opaque marker detection algorithm," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 73, pp. 61-64, 2004.
- [3] A.V. Esch, B. Vanstraelen, J. Verstraete, G. Kutcher, and D. Huyskens, "Pre-treatment dosimetric verification by means of a liquid-filled electronic portal imaging device during dynamic delivery of intensity modulated treatment fields," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 60, pp. 181-190, 2001.
- [4] A.Y.C. Fung, K.M. Ayyangar, D. Djajaputra, R. M. Nehru, and C.A. Enke, "Ultrasound-Based Guidance of Intensity Modulated Radiation Therapy," *Medical Dosimetry*, Vol. 31, No. 1, pp. 20-29, 2006.
- [5] S. Jiang, "Technical aspects of image-guided respiration-gated radiation therapy," *Medical Dosimetry*, Vol. 31, No. 2, pp. 141-151, 2006.
- [6] A. Kapulsky, G. Gejerman, and J. Hanley, "A clinical application of an automated phantom-film QA procedure for validation of IMRT treatment planning and delivery," *Medical Dosimetry*, Vol. 29, No. 4, pp. 279-284, 2004.
- [7] E.A. Krueger, B.A. Fraass, and L.J. Pierce, "Clinical Aspects of Intensity-Modulated Radiotherapy in the Treatment of Breast Cancer," *Seminars in Radiation Oncology*, Vol. 12, No. 3, pp. 250-259, 2002.
- [8] L.M. McDermott, M. Wendling, J.J. Sonke, M. van Herk, and B.J. Mijnheer, "Anatomy changes in radiotherapy detected using portal imaging," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 79, pp. 211-217, 2006.
- [9] S.M. Nijsten, B.J. Mijnheer, A.L. Dekker, P. Lambin, and MinkenAW, "Routine individualised patient dosimetry using electronic portal imaging devices," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 83, pp. 65-75, 2007.
- [10] C.C. Parkera, A. Damyranovicha, T. Haycocksa, M. Haiderb, A. Bayleya, and C. Catton, "Magnetic resonance imaging in the radiation treatment planning of localized prostate cancer using intra-prostatic fiducial markers for computed tomography co-registration," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 66, pp. 217-224, 2003.
- [11] M. Portaluri, S. Bambace, C. Perez, G. Giuliano, G. Angone, M. Scialpi, G. Pili, V. Didonna, and E. Alloro, E. "Clinical and anatomical guidelines in pelvic cancer contouring for radiotherapy treatment planning," *Cancer/Radiotherapie*, Vol. 8, pp. 222-229, 2004.
- [12] D. Verellen, K. Tournel, N. Linthout, G. Soete, T. Wauters, and G. Storme, "Importing measured field fluences into the treatment planning system to validate a breathing synchronized DMLC-IMRT irradiation technique," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 78, pp. 332-338, 2006.

- [13]S.C. Vieira, R.A. Bolt, M.L. Dirkx, A.G. Visser, and B.J. Heijmen, "Fast, daily linac verification for segmented IMRT using electronic portal imaging," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 80, pp. 86-92, 2006.
- [14]L. Xing, B. Thorndyke, E. Schreibmann, Y. Yang, T. F. Li, G.Y. Kim, Garyluxton, and Koong, "A Overview of image-guided radiation therapy," *Medical Dosimetry*, Vol. 31, No. 2, pp. 91-112, 2006.
- [15]M.V. Zijtveld, M.L. Dirkx, H.C. Boer, and B.J. Heijmen BJ, "Dosimetry pre-treatment verification of IMRT using an EPID Clinical experience," *Radiotherapy and Oncology*, Vol. 81, pp. 68-175, 2006.